



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2005131345/28**, **10.10.2005**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.10.2005

(45) Опубликовано: **27.07.2007** Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **HIROKAZU MAESAKA «The K2K SciBar Detector, Proceedings of the KEK-RCNP International School and Mini-workshop for Scintillating Crystals and their Application in Particle and Nuclear Physics»**. KEK, Tsukuba, Japan, 2003, p.185-198. **US 5298189 A**, 29.03.1994. **US 5675151 A**, 07.10.1997. **SU 124555 A**, 20.10.1959. **US 4829185 A**, 09.05.1989. **RU 2217777 C1**, (см. прод.)

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", Центр интеллектуальной собственности, Н.П. Невраевой

(72) Автор(ы):

**Шульгин Борис Владимирович (RU),
Петров Владимир Леонидович (RU),
Анипко Алла Владимировна (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Иванов Владимир Юрьевич (RU),
ФУРМИГЕ Жан-Мари (FR),
ПЕДРИНИ Кристиан (FR),
ЛЕБУ Кирреддин (FR),
ДЮЖАРДЕН Кристоф (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

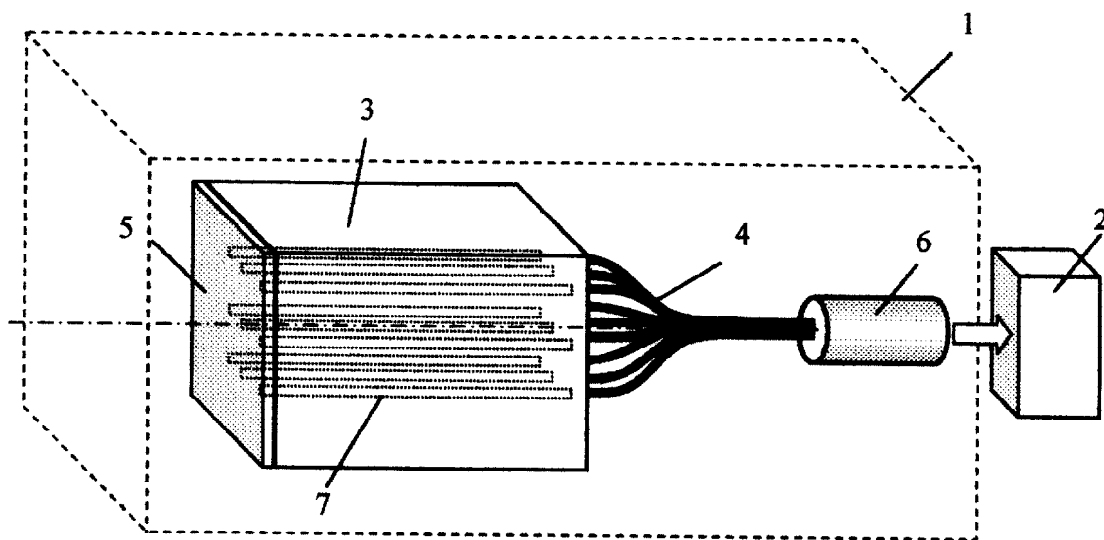
**ГОУ ВПО "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU),
ООО "Центр детекторных технологий" (RU),
"Файберкрист" (FR)**

(54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к области дозиметрии быстрых нейтронов и гамма-излучения и может быть использовано в стационарных и переносных устройствах радиационного контроля, предназначенных для обнаружения радиоактивных материалов. Задачей данного изобретения является повышение эффективности регистрации гамма-излучения при одновременной регистрации быстрых нейтронов с возможностью использования в качестве фоторегистраторов многоканальных фотоэлектронных умножителей или компактных фотодиодных устройств. Сцинтилляционный

детектор содержит по меньшей мере один датчик-сцинтиллятор, включающий в себя пластиковый сцинтиллятор в форме призмы или цилиндра для регистрации быстрых нейтронов, выполненный, по крайней мере, с одним полым каналом и размещенным в нем волоконным сцинтилляционным световодом, светоотражающее зеркало, фотодиодное фотоприемное устройство и блок электронной обработки сигналов. При этом в качестве материала для пластикового сцинтиллятора использован дифенил-1,3,4-оксазол, а волоконные сцинтилляционные световоды выполнены из ортогерманата висмута (BGO). 1 ил.



(56) (продолжение):

27.11.2003. RU 2248011 C1, 10.03.2005. RU 2004102631 A1, 10.07.2005. RU 48077 U1, 10.09.2005. RU 51425 U1, 10.02.2006. SU 1122113 A, 30.04.1992. RU 2066463 C1, 10.09.1996.

RU 2 3 0 3 7 9 8 C 2

RU 2 3 0 3 7 9 8 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G01T 1/203 (2006.01)*G01T 3/06* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005131345/28, 10.10.2005**(24) Effective date for property rights: **10.10.2005**(45) Date of publication: **27.07.2007 Bull. 21**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, GOU VPO
"UGTU-UI", Tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, N.P. Nevraevoy**

(72) Inventor(s):

**Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),
Petrov Vladimir Leonidovich (RU),
Anipko Alla Vladimirovna (RU),
Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Ivanov Vladimir Jur'evich (RU),
FURMIGE Zhan-Mari (FR),
PEDRINI Kristian (FR),
LEBU Kirreddin (FR),
DJuZhARDEN Kristof (FR)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO "Ural'skij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet-UI" (RU),
OOO "Tsentr detektornykh tekhnologij" (RU),
"Fajberkrist" (FR)**

(54) **SCINTILLATION DETECTOR**

(57) Abstract:

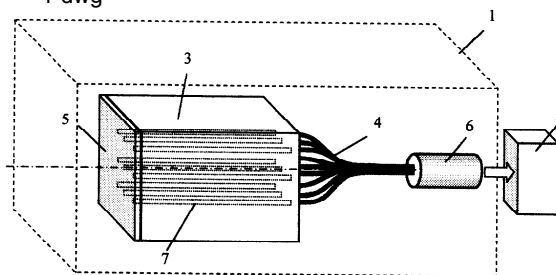
FIELD: dosimetry of fast neutrons and gamma-radiation, possible use in stationary and portable radiation control devices, meant for finding radioactive materials.

SUBSTANCE: scintillation detector contains at least one scintillation block sensor, including plastic scintillator in form of prism or cylinder for registration of fast neutrons, made with at least one hollow channel and fibrous scintillation light guide positioned in it, light-reflecting mirror, photodiode photo-detecting device and a block for electronic signal processing.

EFFECT: increased efficiency of registration of gamma-radiation during simultaneous

registration of fast neutrons with possible usage of multichannel photo-electronic multiplexers or compact photodiode devices as photo-registration means.

1 dwg



Изобретение относится к области дозиметрии быстрых нейтронов и гамма-излучения. Оно пригодно для использования в стационарных и переносных устройствах радиационного контроля, предназначенных для обнаружения радиоактивных материалов, для решения задач радиационного мониторинга объектов атомной промышленности, для

5 использования в службах атомного надзора, таможенного контроля, для служб дозиметрической и ядерной безопасности атомных электростанций и для служб по предотвращению акций ядерного терроризма. Оно пригодно также для создания терминальных детекторов глобальной сети межрегионального и межгосударственного радиационного мониторинга.

10 Известен сцинтилляционный детектор (Пластмассовый сцинтилляционный детектор СПС-Т4А. Сухуми. Рекламный листок Сухумского физико-технического института, 1990). Датчик детектора представляет собой пластмассовый сцинтилляционный детектор СПС-Т4А, предназначенный для регистрации быстрых нейтронов. Известный детектор пригоден для работы только с фотоэлектронными умножителями и не может работать в сочетании с

15 фотодиодными фотоприемными устройствами. Однако такой детектор не пригоден для эффективной одновременной регистрации нейтронов и гамма-излучения из-за пониженного эффективного атомного номера пластика.

Известен сцинтилляционный детектор (Детектор для регистрации ионизирующего излучения. Патент РФ №2088952. Бюл. №24. 27.08.1997). Известный детектор содержит

20 датчик-сцинтиблок и блок электронной обработки сигналов. Датчик-сцинтиблок состоит из последовательно соединенных сцинтилляционного кристалла $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, чувствительного к протонному, рентгеновскому, а также α -, β -, γ -излучениям, и объемного световода, изготовленного из органического сцинтиллирующего вещества на основе стильбена или пластмассы $(\text{CH})_n$, чувствительного к быстрым нейтронам, а также фотоэлектронного

25 умножителя, преобразующего световые вспышки (сцинтилляции) в электрические сигналы. Блок электронной обработки сигналов включает в себя схему временной селекции сцинтимпульсов, поступающих в него как от α -, β -, γ -сцинтиллятора $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (длительностью 300 нс), так и от сцинтиллирующего под действием быстрых нейтронов световода (с длительностью сцинтилляций 5-7 нс). Однако известный сцинтилляционный

30 детектор не пригоден для работы в сочетании с компактными фотодиодными фотоприемными устройствами. При использовании компактного PIN-фотодиода он будет эффективно регистрировать только гамма-излучение, эффективность регистрации нейтронов будет понижена из-за низкой чувствительности фотодиодов к УФ или синему излучению объемного пластикового световода.

35 Известен сцинтилляционный детектор, пригодный для регистрации заряженных частиц и нейтронов (Taichi Morita. Performance and calibration of wave length shifting fibers for K2K SciBar detector. Proceedings of the KEK-RCNP International School and Mini-workshop for Scintillating Crystals and their Application in Particle and Nuclear Physics. KEK, Tsukuba, Japan, 2003, P.227-231. Япония). Детектор состоит из 15 тысяч

40 пластиковых сцинтиблоков. Каждый сцинтиблок известного детектора содержит, в частности, 16 волоконных фотолюминесцентных светосдвигающих пластиковых световодов, размещенных в продольных каналах пластикового сцинтиллятора для сбора и регистрации фотовспышек в пластике и передачи этой информации на многоканальный мультианодный фотоэлектронный умножитель с последующей обработкой сигналов в

45 блоке обработки информации. Однако известный сцинтилляционный детектор имеет низкую эффективность регистрации гамма-излучения из-за малого эффективного атомного номера пластиковых сцинтиблоков и пластиковых светосдвигающих волокон. Он непригоден для одновременной эффективной регистрации нейтронного и гамма-излучения.

Наиболее близким к заявляемому является сцинтилляционный детектор, пригодный для

50 измерения заряженных частиц, нейтронов и гамма-излучения (Hirokazu Maesaka, The K2K SciBar Detector, Proceedings of the KEK-RCNP International School and Mini-workshop for Scintillating Crystals and their Application in Particle and Nuclear Physics. KEK, Tsukuba, Japan, 2003, p.185-198. Япония). Детектор состоит из 15000 пластиковых

датчиков-сцинтиблоков, выполненных в виде параллелепипедов размерами $2,5 \times 1,3 \times 300$ см³. Каждый сцинтиблок имеет канал диаметром 1,8 мм по всей длине, расположенный в центре блока. По всей длине такого канала располагается волоконный фотолюминесцентный световод из органического материала диаметром 1,5 мм, выполняющий две функции: функцию светосбора (собирает синий свет от вспышек в сцинтиллирующем пластике) и одновременно функцию смещения спектра свечения пластика с синего на зеленый диапазон (за счет стоксовского сдвига при фотовозбуждении зеленого люминесцентного свечения в волокне синим возбуждающим светом сцинтилляций пластикового блока) для обеспечения лучшего согласования со спектральной чувствительностью фотоприемника. В качестве фотоприемного устройства в известном детекторе используют 64-канальный мультианодный фотоэлектронный умножитель. Однако известный детектор имеет низкую эффективность регистрации гамма-излучения из-за малого эффективного атомного номера пластиковых сцинтиблоков и платиновых светособирающих и светосдвигающих волокон. Он непригоден для одновременной эффективной регистрации нейтронного и гамма-излучения.

Задачей изобретения является повышение эффективности одновременной регистрации гамма-излучения и быстрых нейтронов при использовании в качестве фоторегистраторов компактных фотодиодных устройств, на основе PIN-фотодиодов.

Предлагаемое устройство - сцинтилляционный детектор - решает эту задачу. Это достигается за счет того, что в сцинтилляционном детекторе, содержащем, по меньшей мере, один сцинтиблок, включающий в себя пластиковый сцинтиллятор для регистрации быстрых нейтронов, выполненный в виде призмы или цилиндра с одним или несколькими полыми каналами и размещенными в них волоконными световодами, светоотражающее зеркало, фотоприемное устройство в виде фотодиодного регистратора и блок электронной обработки сигналов, в качестве материала для пластикового сцинтиллятора используют органическое вещество дифенил-1,3,4-оксазол с максимумом спектра свечения в области 260-290 нм, а волоконные световоды выполняют из тяжелого сцинтиллирующего материала: ортогерманата висмута (BGO), обладающего повышенной чувствительностью к гамма-излучению.

На чертеже представлена схема предлагаемого устройства. Сцинтилляционный детектор состоит из датчика-сцинтиблока 1 и блока электронной обработки сигналов 2. Датчик-сцинтиблок 1 содержит пластиковый сцинтиллятор 3 и волоконные световоды 4, светоотражающее зеркало 5 и фотоприемник 6. Пластиковый сцинтиллятор 3 выполнен в виде призмы или цилиндра из дифенил-1,3,4-оксазола - пластика с ультрафиолетовым (УФ) спектром свечения. Внешняя боковая поверхность пластикового сцинтиллятора 3 покрыта светоотражающей пленкой (на чертеже не показана). Внутри пластиковый сцинтиллятор 3 имеет продольные (по всей длине) каналы 7 (от одного до 64 штук и более) диаметром 0,04-1,1 мм. Внутри этих каналов располагаются волоконные световоды 4 из сцинтиллирующих волокон ортогерманата висмута (BGO) диаметром 0,03-1,0 мм. Длина этих световодов 4 превышает длину пластикового сцинтиллятора 3. Полированные торцы световодов 4 с одной стороны пластикового сцинтиллятора 3 имеют оптический контакт со светоотражающим зеркалом 5. Концы световодов 4 с другой стороны пластикового сцинтиллятора 3 собираются в единый жгут и соединяются (через оптический контакт) с фотоприемным устройством 6. Фотоприемное устройство 6 выполнено в виде фотодиодного регистратора (PIN-фотодиода) и предназначено для регистрации сцинтилляций, возникающих в пластиковом сцинтилляторе 3 и волоконных световодах 4. Электрические сигналы с фотоприемного устройства 6 анализируются в блоке 2 электронной обработки сигналов.

Устройство работает следующим образом. Быстрые нейтроны, попадая в датчик-сцинтиблок 1, активно взаимодействуют с веществом пластикового сцинтиллятора 3, вызывают появление быстрых протонов - ядер отдачи водорода, входящего в состав пластика. Ядра отдачи водорода вызывают в пластике дифенил-1,3,4-оксазоле световые вспышки-сцинтилляции УФ-диапазона с длиной волны 282 нм и длительностью несколько

наносекунд). УФ световые вспышки пластика (282 нм) собираются волоконными световодами 4, изготовленными из ортогерманата висмута, возбуждают в волокнах характерное для ВГО синие-зеленое свечение (480-520 нм), которое, в конечном, счете и регистрируется фотоприемным устройством 6, где они преобразуются в электрические сигналы, которые затем поступают в блок 2 на обработку. Гамма-излучение регистрируется с помощью сцинтиллирующих волоконных световодов 4, выполненных из ВГО и обладающих высокой эффективностью регистрации гамма-излучения (благодаря высокому эффективному атомному номеру ВГО). Сцинтилляции, вызванные гамма-излучением в ВГО, имеют длину волны 480-520 нм и длительность 300 нс. Они передаются по волоконным световодам 4 (в том числе отраженные от световозвращающего зеркала 5) в фотоприемное устройство 6, где они преобразуются в электрические сигналы, которые затем поступают в блок 2 на обработку.

Таким образом, при регистрации нейтронов и гамма-излучения волоконные световоды 4 выполняют две роли. Во-первых, при регистрации нейтронов они играют роль сместителей спектра: УФ-свечение пластикового сцинтиллятора 3 с длиной волны 282 нм, несущие информацию о зарегистрированных быстрых нейтронах, эффективно возбуждает синие-зеленое свечение (с длиной волны 480-520 нм) волоконных ВГО световодов 4. Во-вторых, при регистрации гамма-излучения волоконные световоды 4 играют дополнительно роль эффективных сцинтилляционных чувствительных элементов (сенсоров-датчиков).

Для повышения чувствительности предлагаемое устройство может содержать несколько (десятков-сотен и даже тысяч) датчиков-сцинтиблоков 1. Количество фотоприемных устройств и блоков электронной обработки сигналов в зависимости от количества датчиков-сцинтиблоков может быть оптимизировано для обеспечения оптимальной по эффективности и стоимости обработки информации.

Формула изобретения

Сцинтилляционный детектор, содержащий, по меньшей мере, один датчик-сцинтиблок, включающий в себя пластиковый сцинтиллятор в форме призмы или цилиндра для регистрации быстрых нейтронов, выполненный, по крайней мере, с одним полым каналом и размещенным в нем волоконным сцинтилляционным световодом, светоотражающее зеркало, фотодиодное фотоприемное устройство и блок электронной обработки сигналов, отличающийся тем, что в качестве материала для пластикового сцинтиллятора использован дифенил-1,3,4-оксазол, а волоконный сцинтилляционный световод выполнен из ортогерманата висмута (ВГО).



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: **2005131345**

Дата прекращения действия патента: **11.10.2007**

Извещение опубликовано: **27.06.2009** БИ: **18/2009**
